

KI-basierte Koordination und Planung

Prof. Dr.-Ing. Ingo J. Timm
Universität Trier

**Wirtschaftsinformatik I:
Intelligente Assistenzsysteme & Simulation**

Was genau wird hier geplant?

Beispiel: Fa. HeiSan - Ihr Fachbetrieb für Heizung & Sanitär



Der „Arbeitsvorrat“ für den Planungshorizont: KW 4/2019



Ich-AG

Montag Müller	Dienstag Müller
Mittwoch Wichtig	Donnerstag Müller
Freitag Schulze	Samstag Student

Verfügbare „Ressourcen“

Fokus: Engpassressourcen

Auftrag	Gewerk	Ressource Meister(in)	Ressource Azubi	Ressource Kernbohrer
Müller	Ausbau Bad	x	x	
Müller	Rohbau Bad		x	x
Meyer	Heizkörper Erneuern		x	x
Schulze	Neue Heizung	x	x	x
Wichtig	Goldene Wasserhähne	x	x	
Student	Heizung prüfen		x	

Standardplanung: Das Gantt-Chart

Ressource	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa
Meister	Müller	Wichtig	Müller	Schulze	Meyer	
Azubi	Müller	Wichtig	Müller	Schule	Meyer	Student
Kernbohrer	Müller		Müller	Schule		

- **Aufträge (Jobs) benötigen bestimmte Operationen, die in einer vorgegebenen Reihenfolge ausgeführt werden müssen**
- ***Ressourcen (Shops) spezifizieren Operationen / Aktivitäten***
- **Finde optimale Reihenfolge (Minimierung der Durchlaufzeit)**

Welche Aufträge (Jobs) sollen zuerst behandelt werden?

- **Kürzeste Bearbeitungszeit zuerst (shortest processing time first)**
 - **Längste Bearbeitungszeit zuerst (longest processing time first)**
 - **Früheste Deadline zuerst (earliest due date first)**
 - **Wer zuerst kommt, malt zuerst (first in – first out)**
- ***Welche Strategie sollte man wählen?***

Erweiterte Beschreibung der Aufgaben

Gewerk	Deadline	Vorbereitung	Durchführung	Aufräumen	Summe
Ausbau Bad	Mi (Stunde 24)	./.	24h	4h	28h
Rohbau Bad	Mo (Stunde 8)	2h	6h	4h	12h
Heizkörper Erneuern	Fr (Stunde 40)	1h	8h	1h	10h
Neue Heizung	Fr (Stunde 40)	4h	12h	2h	18h
Goldene Wasserhähne	Di (Stunde 10)	2h	4h	1h	7h
Heizung prüfen	Mo (Stunde 88)	./.	1h	./.	1h

- **Längste Bearbeitungszeit zuerst**

Ausbau Bad (0h Warten, 28h Arbeit) + Neue Heizung (28h + 18h)
+ Rohbau Bad (46h + 12h) + Heizkörper erneuern (58h + 10h)
+ Goldene Wasserhähne (68h + 7h) + Heizung prüfen (75h + 1h)

= durchschnittliche Durchlaufzeit: 58,5h

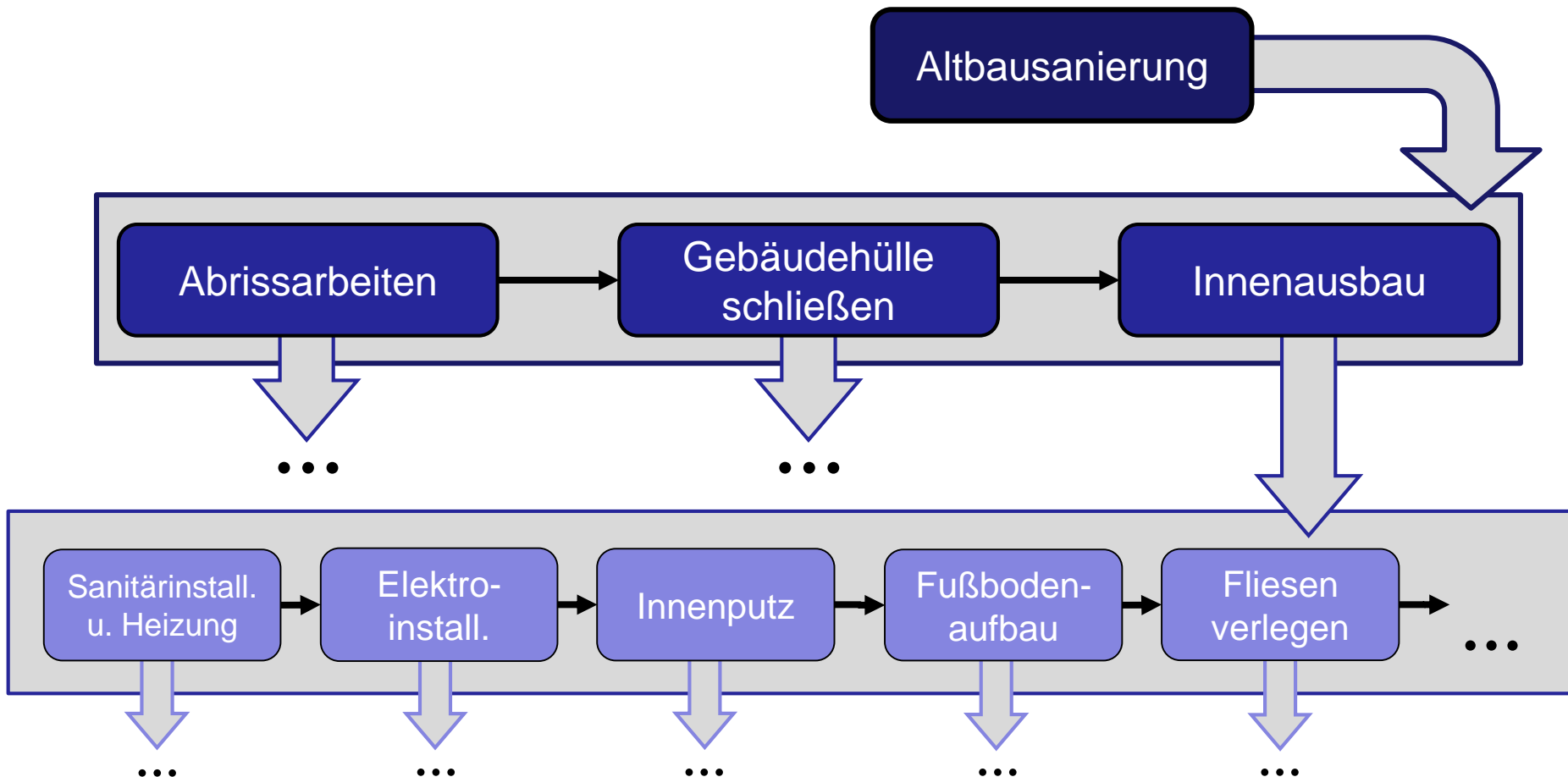
- **Kürzeste Bearbeitungszeit zuerst**

Heizung prüfen (0h + 1h) + Goldene Wasserhähne (1h + 7h)
+ Heizkörper erneuern (8h + 10h) + Rohbau Bad (18h + 12h)
+ Neue Heizung (30h + 18h) + Ausbau Bad (48h Warten, 28h Arbeit)

= durchschnittliche Durchlaufzeit: 30,2h

- **Übrigens: Wer zuerst kommt, malt zuerst: 56,2h**

- **Reihenfolge wurde bisher missachtet (Ausbau vor Rohbau des Bad)**
- **Abhängigkeit mit anderen Gewerken anderer Leistungserbringer (Maurer, Zimmermann, Dachdecker, Fliesenleger, ...)**
- **Daher wissensbasierte Modellierung des KI-Planungsproblems**
 - Vorbedingung: Was muss vorher erledigt werden? Fliesenleger !
 - Operation: „Name“ des Gewerkes / der Aufgabe: Ausbau des Bad)
 - Effekt: Was gilt nach der Durchführung der Tätigkeit (Bad ausgebaut)
 - Reihenfolge: (a) Leitung verlegen << (b) Wand verputzen
- **KI-Algorithmen können auf dieser Basis selbstständig planen**



Lernen von der Industrie 4.0: Planung und Koordination

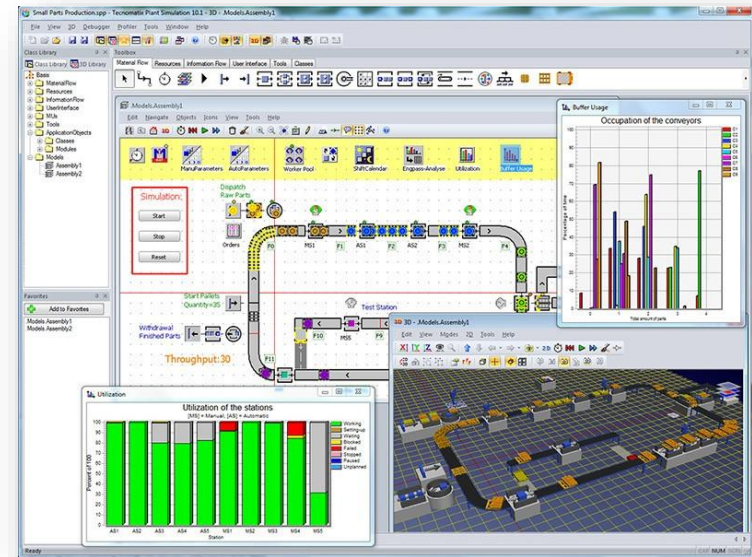
Auflösung der klassischen Produktionshierarchie von zentraler Steuerung hin zu dezentraler Selbstorganisation

Anstatt Abfolgen von Arbeitsschritten a priori festzulegen, automatisierte und dynamische Planung. Abhängigkeiten werden über Unternehmensgrenzen automatisiert koordiniert



- **Die Planung ist abhängig von einer Vielzahl weiterer Parameter**
 - Verfügbarkeit von Materialien (Materialdisposition, Lieferengpässe)
 - Einsatzbereitschaft von Maschinen (Ausfälle, Wartungsarbeiten)
 - Personalverfügbarkeit (Fortbildung, Krankheit, Fachkräftemangel)
 - Auftragslage (Nachfrageschwankungen, saisonaler Bedarf)
 - Verkehrs- und Wetterlage (Stau, Sperrungen, Unwetter)

Zur dynamischen Planung und Optimierung von Produktionsprozessen werden innovative Ansätze benötigt!



© Siemens Plant Simulation

- Die technologische Entwicklung des letzten Jahrzehnts führt zu **revolutionärem Wandel in der Industrie. Zukunftsträchtige Technologien sind bereits verfügbar und es werden kontinuierlich innovative Ansätze vorgestellt.**
- **Barrieren für den Informationsaustausch zwischen Planung und Ausführung werden überwunden, so dass einerseits**
 - Informationen (Pläne) zu der Ausführung und andererseits
 - Aktuelle Informationen von der Ausführung zur Planung gelangen können
- **Koordination durch automatisierte Verhandlungen hat ein großes Potential zur Verringerung der Auswirkungen von Verzögerungen und ermöglicht eine flexible Koordination abhängiger Gewerke**

Die Professur für Wirtschaftsinformatik I

Intelligente Assistenzsysteme und Simulation



**Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Ingo J. Timm**
Lehrstuhlinhaber



**apl. Prof. Dr.
Axel Kalenborn**
Internetbasierte Systeme



**Prof. Dr.
Ricardo Büttner**
Hochschule Aalen



Silke Kruff
Sekretariat



**Dr.-Ing.
Jan Ole Berndt**
Kognitive Agenten



Dr. Fabian Lorig
Intelligentes
Experimentdesign



Colja Becker
KI-Planung,
Multiagentensysteme



Lukas Reuter
Adaptive Agenten,
Intentionales Vergessen



Daniel Lebherz
Mathematische
Optimierung



Stephanie Rodermund
Computational
Social Science



Bernhard Hess
Kognitive
Modellierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ingo J. Timm
Trier Labs for Simulation (TriLabS@CIRT)

Email: itimm@uni-trier.de